

Wymagania edukacyjne z biologii dla kl. III

(poziom rozszerzony)

Biologia na czasie 3 – zakres rozszerzony

Dział programu	Lp.	Temat	Poziom wymagań			
			konieczny (K)	podstawowy (P)	rozszerzający (R)	dopełniający (D)
Mechanizmy dziedziczenia	1.	Budowa i rola kwasów nukleinowych	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje budowę pojedynczego nukleotydu DNA i RNA • określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej • wymienia rodzaje RNA • określa rolę podstawowych rodzajów RNA • charakteryzuje budowę przestrzenną cząsteczki DNA • wyjaśnia pojęcie <i>podwójna helisa</i>	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA • wyjaśnia, z czego wynika komplementarność zasad • uzupełnia schemat jednego łańcucha polinukleotydowego DNA o łańcuch komplementarny • charakteryzuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA • określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia, na czym polega różna orientacja łańcuchów polinukleotydowych DNA • rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA • wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa • porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów • planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej • rozróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa
	2.	Replikacja DNA	• wyjaśnia pojęcie <i>replikacja</i> • wyjaśnia znaczenie replikacji DNA • wymienia etapy replikacji DNA • uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed	• wyjaśnia pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne</i> • omawia przebieg replikacji • wyjaśnia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA	• charakteryzuje poszczególne etapy replikacji • wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA	• rozróżnia poszczególne modele replikacji • planuje doświadczenie mające na celu wykazanie, że replikacja DNA jest semikonserwatywna

			podziałem komórki	• określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji • porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych	• wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA • wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych • określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA	• wykazuje naprawczą rolę polimerazy DNA w replikacji • omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA
	3.	Geny i genomy	• wyjaśnia pojęcia: <i>gen</i>, <i>genom</i>, <i>pozagenowy DNA</i>, <i>chromosom</i>, <i>chromatyna</i>, <i>nukleosom</i> • rozróżnia eksony i introny • określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej	• omawia budowę genu • rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe • wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu • wyjaśnia pojęcia: <i>sekwencje powtarzalne</i>, <i>pseudogeny</i> • omawia skład chemiczny chromatyny • przedstawia budowę chromosomu	• określa informacje zawarte w genie • charakteryzuje genom wirusa • porównuje strukturę genomów prokariotycznego i eukariotycznego • wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym	• porównuje heterochromatynę z euchromatyną • różnicuje genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria • omawia genom mitochondrialny człowieka
	4.	Związek między genem a cechą	• wyjaśnia pojęcia: <i>kod genetyczny</i>, <i>ekspresja genu</i>, <i>translacja</i>, <i>transkrypcja</i> • wymienia i charakteryzuje cechy kodu genetycznego • ilustruje schematycznie etapy odczytywania informacji genetycznej • nazywa etapy translacji	• omawia przebieg transkrypcji i translacji • analizuje tabelę kodu genetycznego • wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej organizmu przez kolejne trójki nukleotydów w DNA i mRNA • określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji • określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów	• omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA • zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA • porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych • określa rolę i sposoby	• wymienia przykłady wirusów, u których występuje odwrotna transkrypcja • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów • wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów • porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i organellach komórki

				w translacji	modyfikacji potranskrypcyjnej RNA określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek	eukariotycznej
5.	Regulacja ekspresji genów	- wyjaśnia pojęcie <i>operon</i> - wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury - wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej	- wyjaśnia, na czym polega regulacja ekspresji genów w komórce prokariotycznej na podstawie modelu operonu laktozowego i tryptofanowego - wyjaśnia, jakie znaczenie w regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor, operator i promotor - omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej	- rozróżnia regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego - porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu laktozowego i operonu tryptofanowego - wyjaśnia, na czym polega alternatywne składanie RNA - porównuje regulację ekspresji genów w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej	- wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej - wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu - omawia rolę niekodującego RNA w regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej - wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych powoduje zróżnicowanie komórek na poszczególne typy	
6.	Dziedziczenie cech. I prawo Mendla	- wyjaśnia pojęcia: <i>allel</i>, <i>genotyp</i>, <i>fenotyp</i>, <i>homozygota</i>, <i>heterozygota</i>, <i>allel dominujący</i>, <i>allel recesywny</i> - zapisuje przebieg i wyniki doświadczeń Gregora Mendla za pomocą kwadratu	- omawia prace G. Mendla, na podstawie których sformułował on reguły dziedziczenia - wymienia przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla - wykonuje przykładowe	- wyjaśnia pojęcie <i>linia czysta</i> - wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniach G. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących	określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej jednogenowej	

			Punnetta • podaje treść I prawa Mendla	krzyżówki jednogenowe	do linii czystych • analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia jednej cechy	
	7.	II prawo Mendla	• podaje treść II prawa Mendla	• wykonuje przykładowe krzyżówki dwugenowe	• analizuje wyniki krzyżówek dwugenowych na przykładzie grochu zwyczajnego • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech niesprzężonych	• określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej dwugenowej • ocenia znaczenie badań G. Mendla dla rozwoju genetyki
	8.	Chromosomowa teoria dziedziczenia	• wyjaśnia pojęcia: <i>locus</i>, <i>geny sprzężone</i>, <i>crossing-over</i> • wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia • wyjaśnia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów	• wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia <i>crossing-over</i> a odległością między dwoma genami w chromosomie • wyjaśnia, na czym polega mapowanie genów • wykonuje przykładowe krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów	• oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech sprzężonych • analizuje wyniki	• wykazuje różnice między genami niesprzężonymi a sprzężonymi

				sprzężonych	krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych • oblicza odległość między genami	
9.	Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią	• wyjaśnia pojęcia: <i>kariotyp, chromosomy płci</i> • wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny • wyjaśnia sposób determinacji płci u człowieka • charakteryzuje kariotyp człowieka • określa płeć różnych osób na podstawie analizy ich kariotypu • wymienia przykłady cech sprzężonych z płcią	• wymienia nazwy oraz objawy chorób uwarunkowanych mutacjami genów sprzężonych z płcią • wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią • określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią • wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu • rozróżnia cechy sprzężone z płcią i cechy związane z płcią	• wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywają gen SRY i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra • omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X • charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują • wyjaśnia powody, dla których daltonizm i hemofilia występują niemal wyłącznie u mężczyzn	• wyjaśnia, jakie znaczenie ma proces inaktywacji jednego z chromosomów X w większości komórek organizmu kobiety • omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci • planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci	
10.	Inne sposoby dziedziczenia cech	• wyjaśnia pojęcie <i>allele</i> wielokrotne na przykładzie dziedziczenia grup krwi u człowieka • wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi i czynnika Rh • określa prawdopodobieństwo	• wyjaśnia pojęcia: <i>dominacja niezupełna, kodominacja, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i> • charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niezupełnej i kodominacji • określa prawdopodobieństwo	• wyjaśnia pojęcia: <i>geny komplementarne, geny dopełniające się, geny epistatyczne, geny hipostatyczne</i> • wyjaśnia, z jakiego powodu geny determinujące barwę kwiatów groszku	• wyjaśnia, co to znaczy, że choroba genetyczna jest uwarunkowana przez gen plejotropowy • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia	

			wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w wypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych	wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku kodominacji • podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych	pachnącego zostały nazwane genami komplementarnymi • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów dopełniających się • wyjaśnia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych w wypadku dziedziczenia barwy sierści u gryzoni	genów epistatycznych
	11.	Zmienność organizmów	• wyjaśnia pojęcia: <i>zmienność genetyczna</i>, <i>zmienność środowiskowa</i> • wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi • wymienia przykłady potwierdzające występowanie zmienności środowiskowej	• wyjaśnia pojęcia: <i>zmienność ciągła</i>, <i>zmienność nieciągła</i> • wymienia przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej • omawia przyczyny zmienności genetycznej • określa znaczenie zmienności genetycznej i środowiskowej • porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową	• wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, <i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet wpływają na zmienność osobniczą • wymienia cechy mutacji, które stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej • porównuje zmienność genetyczną rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną • określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska	• wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>transpozony</i> i określa znaczenie transpozonów w rozwoju zmienności osobniczej • wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>norma reakcji genotypu</i> • wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej w wypadku organizmów o identycznych genotypach
	12.	Zmiany w informacji	• wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja</i>,	• wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja</i>	• wyjaśnia pojęcia: <i>mutacje</i>	• przewiduje i ilustruje

		genetycznej	<i>mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutageny</i> - wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutageny - wymienia przykłady mutacji genowych i mutacji chromosomowych - wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji	<i>somatyczna, mutacja generatywna, mutacja spontaniczna, mutacja indukowana</i> - klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów - określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu - wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych - uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutageny	<i>letalne, mutacje subletalne, mutacje neutralne, mutacje korzystne, protoonkogeny, onkogeny, geny supresorowe</i> - wyjaśnia charakter zmian w DNA typowych dla różnych mutacji - określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego - omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych - rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych - wskazuje na zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki	zmiany kariotypu dowolnego organizmu powstałe w wyniku mutacji chromosomowych liczbowych - wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji - wskazuje różnicę między kariotypami organizmu aneuploidalnego i organizmu poliploidalnego - wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych oraz chorób nowotworowych związanych z ich mutacjami
	13.	Choroby jednogenowe	- wymienia przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących i recesywnych - wyjaśnia pojęcie <i>choroby bloku metabolicznego</i>	- klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia - wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy mukowiscydozy, fenyloketonurii, choroby Huntingтона, anemii	- wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy albinizmu, alkaptonurii, choroby Parkinsona, dystrofii mięśniowej Duchenne'a, krzywicy odpornej na witaminę D - wymienia przykłady	- porównuje strukturę i właściwości hemoglobiny prawidłowej oraz hemoglobiny sierpowatej - charakteryzuje choroby człowieka wynikające z mutacji DNA

			• wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego • wymienia przykłady chorób bloku metabolicznego • wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej	sierpowatej • rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erytrocyty krwi	stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność • wymienia przykłady chorób człowieka wynikających z mutacji mitochondrialnego DNA • ustala typy dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów	mitochondrialnego • uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych
	14.	Choroby chromosomalne i wieloczynnikowe	• wymienia przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka wynikających z nieprawidłowej struktury chromosomów • wymienia przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci	• określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera • wymienia objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera • wyjaśnia zależność między wiekiem rodziców a prawdopodobieństwem urodzenia się dziecka z zespołem Downa	• omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej • określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Edwardsa i zespołem Patau • wymienia objawy zespołu Edwardsa i zespołu Patau	• analizuje fotografie kariotypów człowieka • omawia choroby wieloczynnikowe
Biotechnologia molekularna	1.	Biotechnologia. Podstawowe techniki inżynierii genetycznej	• wyjaśnia pojęcia: <i>biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna, elektroforeza DNA, PCR, klonowanie DNA, transformacja genetyczna</i> • wymienia przykłady dziedzin życia, w których	• wyjaśnia pojęcia: <i>sonda molekularna, wektor, sekwencjonowanie DNA, hybrydyzacja DNA</i> • wyjaśnia, czym się zajmuje inżynieria genetyczna • omawia wykorzystanie enzymów restrykcyjnych,	• porównuje biotechnologię klasyczną z biotechnologią molekularną • charakteryzuje enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej	• sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne • określa zalety i wady łańcuchowej reakcji polimerazy • omawia metody

			można zastosować biotechnologię molekularną - wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej - wymienia techniki inżynierii genetycznej - wymienia etapy modyfikacji genomu	ligaz i polimeraz DNA - wyjaśnia, na czym polega: hybrydyzacja DNA z wykorzystaniem sondy molekularnej, analiza restrykcyjna, elektroforeza DNA, PCR, sekwencjonowanie DNA, klonowanie DNA, transformacja genetyczna - wymienia po jednym przykładzie praktycznego wykorzystania technik inżynierii genetycznej - wymienia sposoby wprowadzenia obcego genu do komórki	- omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, klonowania DNA - określa cel tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA - charakteryzuje wektory stosowane do transformacji genetycznej	pośredniego i bezpośredniego wprowadzenia DNA do komórek roślin i zwierząt - analizuje przebieg klonowania DNA na przykładzie genu myszy - omawia etapy tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA
	2.	Organizmy zmodyfikowane genetycznie	- wyjaśnia pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie</i>, <i>organizm transgeniczny</i>, <i>produkt GMO</i> - wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie oraz transgenicznymi - wymienia metody otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie - wymienia przykłady praktycznego wykorzystania	- podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt - omawia perspektywy praktycznego wykorzystania organizmów zmodyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i nauce - omawia sposób oznakowania produktów GMO - wskazuje na zagrożenia ze strony GMO	- charakteryzuje metody otrzymywania bakterii i roślin transgenicznych - omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt - wymienia przykłady produktów GMO - podaje przykłady badań stosowanych w wypadku organizmów zmodyfikowanych genetycznie	- omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów, roślin i zwierząt - wyjaśnia, w jaki sposób kontroluje się mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie uwolnione do środowiska - charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom ze strony GMO - analizuje argumenty przemawiające za

			mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie			genetyczną modyfikacją organizmów oraz przeciwniej omawia regulacje prawne dotyczące GMO w Unii Europejskiej
3.	Klonowanie – korzyści i zagrożenia	- wyjaśnia pojęcia: <i>klon</i>, <i>klonowanie</i> - wymienia przykłady organizmów będących naturalnymi klonami - określa cele klonowania mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt	- wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt - wymienia sposoby wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka - wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt - uzasadnia swoje stanowisko w sprawie klonowania człowieka	- omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania - omawia sposoby klonowania roślin i zwierząt - formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu - porównuje klonowanie terapeutyczne i klonowanie reprodukcyjne	- analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka - planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki może pokierować rozwojem organizmu - wymienia przykłady osiągnięć w klonowaniu zwierząt	
4.	Biotechnologia molekularna w medycynie	- wyjaśnia pojęcia: <i>diagnostyka molekularna</i>, <i>biofarmaceutyki</i>, <i>terapia genowa</i>, <i>komórki macierzyste</i> - wymienia korzyści wynikające z poznania genomu człowieka - wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna - wymienia przykłady technik	- wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej - omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych	- omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka - wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się nowoczesne szczepionki - porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA - charakteryzuje techniki	- omawia wykorzystanie mikromacierzy w diagnostyce molekularnej - określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób - planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że	

			inżynierii genetycznej wykorzystywanych w diagnozowaniu chorób genetycznych	- wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej - wyjaśnia, na czym polega terapia genowa - omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka - wyjaśnia, czym się zajmuje medycyna molekularna	inżynierii genetycznej wykorzystywane w diagnostyce molekularnej - omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków - wyjaśnia pojęcie <i>przeciwciała monoklonalne</i> - podaje przykłady wykorzystania przeciwciał monoklonalnych w medycynie - wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może się przyczynić do postępu w transplantologii - omawia korzyści i zagrożenia wynikające z terapii genowej	zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste
	5.	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	- wyjaśnia pojęcie <i>profil genetyczny</i> - wymienia przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce	- przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce - wyjaśnia sposób wykorzystania analizy DNA do określenia pokrewieństwa (np. ustalania lub wykluczania ojcostwa)	- wyjaśnia pojęcie <i>sekwencje mikrosatelitarne</i> - uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych	- analizuje kolejne etapy ustalania profilu genetycznego - omawia wykorzystanie DNA mitochondrialnego w badaniach ewolucyjnych - wyjaśnia pojęcie <i>filogenetyka molekularna</i> - analizuje drzewo filogenetyczne - przedstawia sposoby

						wykorzystania informacji zawartych w DNA
Ekologia	1.	Czym się zajmuje ekologia?	• wyjaśnia pojęcia: <i>ekologia, ochrona środowiska, ochrona przyrody, siedlisko, nisza ekologiczna</i> • określa zakres badań ekologicznych • klasyfikuje czynniki środowiska na biotyczne i abiotyczne • wyjaśnia pojęcia: <i>zasoby środowiska, warunki środowiska</i>, podaje odpowiednie przykłady • wyjaśnia pojęcia: <i>nisza ekologiczna, gatunki wskaźnikowe</i> • wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych	• określa, czym się zajmują ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody • określa niszę ekologiczną wybranych gatunków • wyjaśnia relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu • omawia prawo minimum i prawo tolerancji ekologicznej • wyjaśnia, na czym polega zasada współdziałania czynników środowiska • wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza	• wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska • podaje przykłady ilustrujące prawo minimum, prawo tolerancji ekologicznej, zasadę współdziałania czynników • wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej • uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi • charakteryzuje zasady wyodrębniania form ekologicznych organizmów • wyjaśnia pojęcia: <i>eurybionty, stenobionty</i> • interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiska	• wyjaśnia pojęcie <i>gatunek kosmopolityczny</i> • wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku • omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego czynnika środowiska • wskazuje różnice między gatunkami kosmopolitycznymi a wskaźnikowymi • charakteryzuje formy ekologiczne roślin wyodrębnione ze względu na wymagania dotyczące ilości wody • planuje doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji wybranego gatunku rośliny na działanie określonego czynnika środowiska
	2.	Ekologia populacji	• wyjaśnia pojęcie <i>populacja</i>	• wyjaśnia pojęcia:	• wyjaśnia pojęcia: <i>opór</i>	• wskazuje różnice między

			<i>lokalna gatunku</i> - wymienia dwa podstawowe typy oddziaływania między osobnikami w populacji - wymienia cechy charakteryzujące populację - omawia znaczenie liczebności i zagęszczenia jako parametrów opisujących populację - wymienia czynniki wpływające na liczebność populacji	<i>rozrodczość, śmiertelność, migracja, struktura wiekowa populacji, struktura płciowa populacji, zasięg przestrzenny, rozmieszczenie, emigracja, imigracja</i> - charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich - przedstawia trzy podstawowe typy krzywej przeżywania, podaje przykłady gatunków, dla których są one charakterystyczne - charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji	<i>środowiska, tempo wzrostu populacji</i> - charakteryzuje oddziaływania między członkami populacji - omawia regułę Alleego i podaje przykłady jej działania - wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów - analizuje piramidę obrazującą strukturę wiekową i strukturę płciową populacji - określa możliwości rozwoju danej populacji - przedstawia w sposób graficzny wzrost wykładniczy i wzrost logistyczny populacji - wymienia zalety i wady życia w grupie	rozrodczością fizjologiczną i ekologiczną oraz śmiertelnością fizjologiczną i ekologiczną - porównuje strategie rozrodu typu r oraz typu K - charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji - porównuje podstawowe modele wzrostu populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich - omawia formy rozmieszczenia skupiskowego populacji - omawia trzy podstawowe okresy w życiu każdego osobnika
	3.	Oddziaływania antagonistyczne między organizmami	- klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagoniczne i nieantagonistyczne - wymienia przykłady oddziaływań antagonistycznych - wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej	- charakteryzuje oddziaływania międzygatunkowe w relacjach: ofiara – drapieżnik, roślina – roślinożerca, żywiciel – pasożyt - charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne: ofiar	- wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania - omawia skutki konkurencji blisko spokrewnionych gatunków na podstawie eksperymentu przeprowadzonego przez	- planuje doświadczenie mające na celu wykazanie istnienia konkurencyjnego wypierania - charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej - określa skutki działania

		- wymienia przykłady oddziaływań międzygatunkowych ograniczających liczebność populacji - wymienia główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej	- i drapieżników, roślin i roślinożerców, pasożytów i żywicieli - klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów	Gieorgija Gausego - wymienia konsekwencje zawężenia nisz ekologicznych konkurujących gatunków - analizuje cykliczne zmiany liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego - porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo	substancji allelopatycznych - wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy - przewiduje skutki masowych pojawów organizmów w środowisku - wyjaśnia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów
4.	Oddziaływania nieantagonistyczne między organizmami	- wymienia nieantagonistyczne interakcje międzygatunkowe - wyjaśnia pojęcia: <i>mutualizm</i>, <i>komensalizm</i>	- charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związku mutualistycznym - wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych	porównuje mutualizm obligatoryjny i mutualizm fakultatywny	omawia przykłady mutualizmu i komensalizmu
5.	Struktura ekosystemu	- wyjaśnia pojęcia: <i>ekosystem</i>, <i>biocenoza</i>, <i>biotop</i>, <i>struktura troficzna ekosystemu</i>, <i>struktura przestrzenna ekosystemu</i>, <i>sukcesja ekologiczna</i> - wymienia biotyczne i abiotyczne elementy ekosystemu - wyjaśnia, jaką rolę w biocenozie odgrywają producenci, konsumenci	- klasyfikuje rodzaje ekosystemów - klasyfikuje elementy ekosystemu na biotyczne i abiotyczne - charakteryzuje strukturę przestrzenną i troficzną ekosystemu - wyjaśnia, na czym polega sukcesja - wyjaśnia, na czym polega eutrofizacja jezior	- określa kryteria podziału ekosystemów - charakteryzuje rodzaje ekosystemów - wyjaśnia, na czym polega rola biocenozy w kształtowaniu biotopu - wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu - charakteryzuje procesy glebotwórcze	- określa kryteria podziału sukcesji ekologicznej - omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych - charakteryzuje poziomy glebowe - omawia wpływ biocenozy na mikroklimat - omawia etapy eutrofizacji jezior

			i destruenci		• omawia przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej	
6.	Przepływ energii i krążenie materii w ekosystemie	• wyjaśnia pojęcia: <i>łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć troficzna</i> • wskazuje zależności między poziomami troficznymi • wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów	• konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne • nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i sieci troficznej • wyjaśnia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie • porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów • wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie	• wyróżnia i porównuje dwa typy łańcuchów troficznych • wyjaśnia pojęcia: <i>produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto)</i> • wyjaśnia, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny • omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach	• analizuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu • rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy • wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności	
7.	Obieg węgla i azotu w przyrodzie	• wyjaśnia pojęcie <i>cykle biogeochemiczne</i> • wyjaśnia, na czym polegają obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie	• wymienia źródła węgla w przyrodzie • wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka	• omawia schematy obiegu węgla i obiegu azotu w przyrodzie • wyjaśnia, na czym polega nityfikacja, amonifikacja oraz denityfikacja	• określa rolę organizmów w obiegu pierwiastków • omawia przebieg reakcji nityfikacji	
8.	Różnorodność biologiczna	• wyjaśnia pojęcia: <i>biom, różnorodność biologiczna</i> • omawia poziomy różnorodności biologicznej • wymienia główne biomy lądowe i podaje nazwy stref klimatycznych, w których się one znajdują • wymienia główne biomy wodne	• omawia kryteria, na podstawie których wyróżniono biomy • charakteryzuje biomy lądowe oraz obszary gór wysokich, uwzględniając takie czynniki, jak warunki klimatyczne, warunki glebowe, przeważającą roślinność i towarzyszące jej	• omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi • wyjaśnia pojęcie <i>ogniska różnorodności biologicznej</i> • określa warunki życia w porównywalnych strefach jeziora i morza lub oceanu	• dowodzi trudności w określaniu różnorodności gatunkowej na Ziemi • ocenia stopień poznania różnorodności gatunkowej Ziemi • porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów	

				zwierzęta • charakteryzuje warstwy lasu występujące w biomach leśnych • omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu • charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki, jak warunki tlenowe, świetlne, głębokość, przeważającą roślinność oraz towarzyszące jej zwierzęta		
	9.	Czynniki kształtujące różnorodność biologiczną	• wymienia czynniki geograficzne wpływające na bioróżnorodność • omawia przykłady negatywnego wpływu człowieka na bioróżnorodność • wymienia powody ochrony przyrody • wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów	• klasyfikuje czynniki kształtujące różnorodność biologiczną • omawia wpływ czynników geograficznych i antropogenicznych na różnorodność biologiczną • wyjaśnia, na czym polega ochrona przyrody czynna i bierna • podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i biernej • uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów • wyjaśnia, na czym polega introdukcja i reintrodukcja gatunku	• wymienia przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej • określa wpływ zlodowaceń i ukształtowania powierzchni na różnorodność biologiczną • wyjaśnia pojęcia: <i>relikt</i>, <i>ostoja</i>, <i>endemit</i> • uzasadnia konieczność ochrony dawnych odmian roślin i ras zwierząt	• wskazuje konsekwencje zmniejszenia różnorodności biologicznej • wymienia przykłady gatunków, których populacje zostały odtworzone • określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime • określa znaczenie korytarzy ekologicznych

	10.	Elementy ochrony środowiska	• klasyfikuje zasoby przyrody • wymienia skutki eksploatacji zasobów nieodnawialnych • wyjaśnia pojęcia: <i>efekt cieplarniany, kwaśne opady, smog, dziura ozonowa, alternatywne źródła energii, recykling</i> • podaje przykłady racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody	• wymienia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych • wymienia przyczyny globalnego ocieplenia klimatu, powstawania kwaśnych opadów, smogu i dziury ozonowej • wyjaśnia, w jaki sposób niewłaściwa eksploatacja zasobów przyrody wpływa na środowisko • omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka • wymienia skutki powstawania dziury ozonowej • wymienia sposoby utylizacji odpadów	• wyjaśnia pojęcie <i>rekultywacja</i> • omawia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do powstania efektu cieplarnianego • uzasadnia konieczność racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody • omawia proces powstawania kwaśnych opadów • ocenia wpływ różnych metod utylizacji odpadów na środowisko	• przedstawia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego • odróżnia rodzaje smogu • wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów • uzasadnia konieczność gospodarowania odpadami
Ewolucja organizmów	1.	Rozwój myśli ewolucyjnej	• wyjaśnia pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny</i> • omawia główne założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina	• przedstawia główne założenia teorii Jeana Baptiste’a Lamarcka i kreacjonistów • wyjaśnia, dlaczego teoria J.B. Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej • wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego K. Darwina a syntetyczną teorią ewolucji • wyjaśnia pojęcie <i>walka o byt</i>	• porównuje dobór naturalny i dobór sztuczny • omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji	• charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi głoszone do XIX w. • omawia założenia teorii Georges’a Cuviera • ocenia wpływ podróży K. Darwina na rozwój jego teorii ewolucji

	2.	Dowody ewolucji	- wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady - wyjaśnia pojęcia: <i>skamieniałości przewodnie, anatomia porównawcza</i> - wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy	- wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych - wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych - wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami - wymienia przykład metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych - wyjaśnia różnicę między atawizmem a narządem szczątkowym - wymienia przykłady atawizmów i narządów szczątkowych - wyjaśnia, czym się zajmuje paleontologia	- wymienia przykłady zwierząt zaliczanych do form przejściowych oraz podaje cechy tych zwierząt - podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych - wyjaśnia pojęcia: <i>dywergencja, konwergencja</i> - wymienia przykłady dywergencji i konwergencji - wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii - wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów	- wyjaśnia pojęcie <i>formy przejściowej</i> - wyjaśnia, na czym opierają się radioizotopowe i biostratygraficzne metody datowania - analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli różnych gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu oraz środowisku ich życia - wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c u wybranych gatunków w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między nimi
	3.	Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	wyjaśnia pojęcia: <i>dymorfizm płciowy, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór</i>	- wyjaśnia, na czym polega zmienność wewnątrzgatunkowa - wyjaśnia, który z rodzajów zmienności organizmów ma	- wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie - wyjaśnia znaczenie	- omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu - wyjaśnia, dlaczego mimo

			<i>rozrywający</i> - wymienia przykłady dymorfizmu płciowego - charakteryzuje sposób i przewiduje efekty działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego	znaczenie ewolucyjne - omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji - wyjaśnia pojęcie <i>preferencje w krzyżowaniu</i> - wymienia przykłady występowania preferencji w krzyżowaniu w przyrodzie - podaje przykłady utrzymywania się w populacji człowieka alleli warunkujących choroby genetyczne	zachowań altruistycznych w przyrodzie omawia występowanie genu anemii sierpowatej w populacjach ludzi żyjących na obszarach dotkniętych malarią	działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne
	4.	Ewolucja na poziomie populacji	- wyjaśnia pojęcia: <i>genetyka populacyjna, pula genowa populacji</i> - wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką ewolucji - wymienia czynniki ewolucji	- wyjaśnia, na czym polega zjawisko dryfu genetycznego i wymienia skutki jego działania w przyrodzie - wymienia warunki, które spełnia populacja znajdująca się w stanie równowagi genetycznej	- omawia regułę Hardy’ego–Weinberga - oblicza częstość występowania genotypów i fenotypów w populacji	- wyjaśnia rolę dryfu genetycznego w kształtowaniu puli genetycznej populacji na przykładach efektu założyciela oraz efektu wąskiego gardła - sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej
	5.	Powstawanie gatunków – specjacja	- przedstawia biologiczną koncepcję gatunku - wyjaśnia pojęcia: <i>mechanizmy izolacji rozrodczej, specjacja</i>	- omawia znaczenie mechanizmów izolacji rozrodczej w przyrodzie - klasyfikuje mechanizmy izolacji rozrodczej - wymienia rodzaje specjacji	- wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec gatunków rozmnażających się bezpłciowo - charakteryzuje rodzaje specjacji, biorąc pod uwagę typ pierwotnej	- charakteryzuje prezygotyczne i postzygotyczne mechanizmy izolacji rozrodczej oraz podaje przykłady ich działania - omawia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji

					bariery izolacyjnej	
6.	Prawidłowości ewolucji. Koewolucja	• wyjaśnia pojęcie <i>prawidłowości ewolucji</i> • wymienia prawidłowości ewolucji	• wyjaśnia pojęcia: <i>mikroewolucja, makroewolucja, kierunkowość ewolucji, nieodwracalność ewolucji, koewolucja</i> • wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji	• wymienia czynniki, które wpływają na tempo ewolucji • charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji • wymienia przykłady koewolucji • omawia skutki doboru naturalnego w postaci powstawania różnych strategii życiowych organizmów	• wymienia przykłady przemian w skali mikro- i makroewolucji • wyjaśnia wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji • omawia zjawisko radiacji adaptacyjnej	
7.	Historia życia na Ziemi	• wymienia etapy rozwoju życia na Ziemi • wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzną syntezę pierwszych związków organicznych • charakteryzuje środowisko oraz tryb życia pierwszych organizmów jednokomórkowych • wymienia główne założenia teorii endosymbiozy • charakteryzuje zmiany prowadzące do powstania organizmów wielokomórkowych • nazywa erę i okres, w których pojawiły się pierwsze rośliny lądowe	• charakteryzuje warunki klimatyczne i fizykochemiczne panujące na Ziemi ok. 4 mld lat temu • wyjaśnia pojęcie <i>makrocząsteczka</i> • charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych makrocząsteczek na Ziemi • wyjaśnia, jak się zmieniał sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych • wyjaśnia, na czym polegają sposoby odżywiania chemoautotrofów i fotoautotrofów • wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów	• wyjaśnia, na czym polega teoria samorzutnej syntezy związków organicznych • przedstawia przebieg i wyniki doświadczenia Stanley’ a Millera i Harolda Ureya • wyjaśnia pojęcia: <i>bulion pierwotny, pizza pierwotna</i> w nawiązaniu do etapów ewolucji chemicznej • wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi • wymienia argumenty przemawiające za słusnością teorii endosymbiozy	• ocenia znaczenie doświadczenia S. Millera i H. Ureya w postępie badań nad powstaniem życia na Ziemi • wyjaśnia, dlaczego odkrycie rybozymów miało duże znaczenie w rozwoju teorii powstania życia na Ziemi • wyjaśnia, w jaki sposób pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki na Ziemi • wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało wykształcenie się form wielokomórkowych • wymienia okresy, w których nastąpiły	

			nazywa grupy zwierząt, które jako pierwsze pojawiły się w środowisku lądowym	wpłynęła na rozmieszczenie organizmów na Ziemi wyjaśnia, jakie dane można uzyskać dzięki analizie tabeli stratygraficznej	wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi	masowe wymierania organizmów określa prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmów w historii Ziemi
	8.	Antropogeneza	- wyjaśnia pojęcia: <i>antropogeneza</i>, <i>antropologia</i> - określa stanowisko systematyczne człowieka - wymienia kilka cech wspólnych naczelnych - wymienia główne cechy budowy ciała charakterystyczne dla człowieka - określa chronologię występowania przedstawicieli rodzaju <i>Homo</i>	- wymienia korzyści wynikające z pionizacji ciała, redukcji owłosienia oraz zwiększania masy i objętości mózgu - omawia warunki, w których doszło do powstania bezpośrednich przodków człowieka - omawia zmiany, które zaszły podczas ewolucji rodzaju <i>Homo</i>	- uzasadnia przynależność człowieka do królestwa: zwierzęta, typu: strunowce, podtypu: kręgowce, gromady: ssaki, rzędu: naczelne - wymienia rodzaje człekokształtnych - wymienia zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała oraz stopniowego zwiększania masy i objętości mózgowia - charakteryzuje budowę oraz tryb życia bezpośrednich przodków człowieka	- analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi - wymienia drobne cechy morfologiczne właściwe tylko człowiekowi - omawia drogi rozprzestrzeniania się rodzaju <i>Homo</i> z Afryki na pozostałe kontynenty - omawia negatywne skutki pionizacji ciała